

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-289127

(43)Date of publication of application : 05.11.1993

(51)Int.Cl. G02F 1/35  
 H01S 3/094  
 H01S 3/13  
 H04B 10/02  
 H04B 10/16

(21)Application number : 04-088946

(71)Applicant : HITACHI CABLE LTD

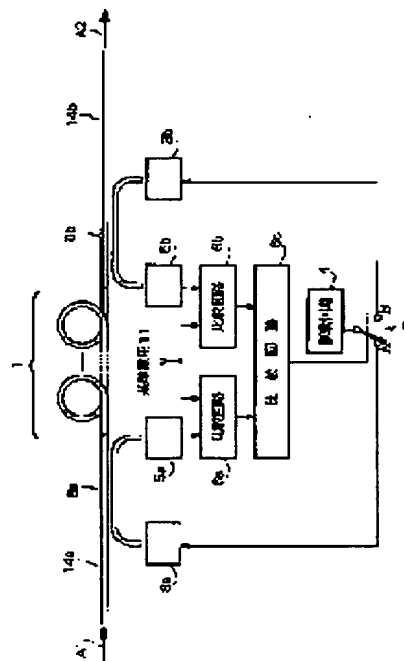
(22)Date of filing : 09.04.1992

(72)Inventor : IMOTO KATSUYUKI

## (54) BACKUP METHOD FOR EXCITATION LIGHT SOURCE FOR OPTICAL FIBER AMPLIFIER

## (57)Abstract:

PURPOSE: To obtain an optimum backup system of an excitation light source to provide for emergency.  
 CONSTITUTION: An optical directional coupler 8a, 8b for coupling and separating which couples and separates excited light are connected to front and rear ends of a rare-earth element-added optical fiber 1 which propagates signal light, semiconductor laser units 3a, 3b for excitation in which excited light is made to enter and it is propagated to the rare-earth element-added optical fiber 1 are respectively connected to each ends of the two optical directional coupler 8a, 8b, while a driving circuit 4 which drives either of the semiconductor laser units 3a, 3b for excitation via a changeover switch 7 is provided, a light receiving circuits 5a, 5b for monitoring are connected to the other ends of the light directional coupler 8a, 8b, outputs of light receiving circuits 5a, 5b for monitoring are inputted to comparator circuits 6a, 6b, the outputs are compared with the reference voltage 11, and the changeover switch 7 is controlled so that either of the semiconductor laser units 3a, 3b for excitation are driven by outputs of the comparator circuits 6a, 6b.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 09.11.1995

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 07.04.1998

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2836359

[Date of registration] 09.10.1998

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 10-07040

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 07.05.1998

[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998,2003 Japan Patent Office

2

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-289127

(43)公開日 平成5年(1993)11月5日

(51)Int.Cl. <sup>3</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F 1/35	5 0 1	7246-2K		
H 0 1 S 3/094		8934-4M	H 0 1 S 3/ 094	S
3/13		8934-4M	H 0 4 B 9/ 00	H
		8426-5K		
審査請求 未請求 請求項の数 4(全 8 頁) 最終頁に続く				

(21)出願番号 特願平4-88946

(22)出願日 平成4年(1992)4月9日

(71)出願人 000005120

日立電線株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目1番2号

(72)発明者 井本 克之

茨城県土浦市木田余町3550番地 日立電線

株式会社アドバンスリサーチセンタ内

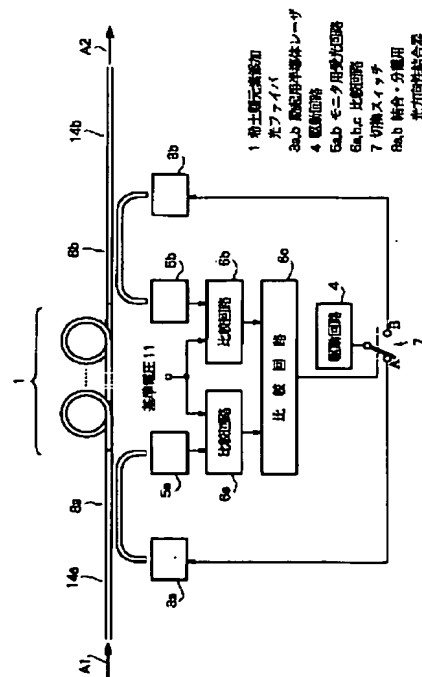
(74)代理人 弁理士 絹谷 信雄

(54)【発明の名称】 光ファイバ増幅器用励起光源バックアップ方法

(57)【要約】

【目的】 非常時に備えての励起光源の最適なバックアップ方式を提供する。

【構成】 信号光を伝搬する希土類元素添加光ファイバ1の前後に励起光を結合・分離する結合・分離用光方向性結合器8a、8bを接続し、その2つの光方向性結合器8a、8bの一端に、励起光を入射して希土類元素添加光ファイバ1に伝搬する励起用半導体レーザ3a、3bをそれぞれ接続すると共に励起用半導体レーザ3a、3bのいずれかを切換えスイッチ7を介して駆動する駆動回路4を設け、上記光方向性結合器8a、8bの他端にモニタ用受光回路5a、5bをそれぞれ接続し、上記モニタ用受光回路5a、5bの出力を比較回路6に入力し、出力を基準電圧11と比較し、該比較回路6の出力で、いずれかの励起用半導体レーザ3a、3bを駆動すべく切換えスイッチ7を制御するようにしたことを特徴としている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 信号光を伝搬する希土類元素添加光ファイバの前後に励起光を結合・分離する結合・分離用光方向性結合器を接続し、その2つの光方向性結合器の一端に、励起光を入射して希土類元素添加光ファイバに伝搬する励起用半導体レーザをそれぞれ接続すると共に励起用半導体レーザのいずれかを切換えスイッチを介して駆動する駆動回路を設け、上記光方向性結合器の他端にモニター用受光回路をそれぞれ接続し、上記モニター用受光回路の出力を比較回路に入力し、出力を基準電圧と比較し、該比較回路の出力で、いずれかの励起用半導体レーザを駆動すべく切換えスイッチを制御するようにしたことを特徴とする光ファイバ増幅器用励起光源バックアップ方法。

【請求項2】 信号光を伝搬する希土類元素添加光ファイバの前後に励起光を結合・分離する結合・分離用光方向性結合器を接続し、その2つの光方向性結合器に、励起光を入射して希土類元素添加光ファイバに伝搬する励起用半導体レーザをそれぞれ接続すると共に励起用半導体のいずれかを切換えスイッチを介して駆動する駆動回路を設け、上記光方向性結合器に励起光の後方光を検出するモニター用受光回路をそれぞれ接続し、上記モニター用受光回路の出力を比較回路に入力し、出力を基準電圧と比較し、該比較回路の出力で、いずれかの励起用半導体レーザを駆動すべく切換えスイッチを制御するようにしたことを特徴とする光ファイバ増幅器用励起光源バックアップ方法。

【請求項3】 信号光を伝搬する希土類元素添加光ファイバの前後に励起光を結合・分離するリング共振器を接続し、その2つのリング共振器に、励起光を入射して希土類元素添加光ファイバに伝搬する励起用半導体レーザをそれぞれ接続すると共に励起用半導体レーザのいずれかを切換えスイッチを介して駆動する駆動回路を設け、上記リング共振器に励起光の一部を検出するモニター用受光回路をそれぞれ接続し、上記モニター用受光回路の出力を比較回路に入力し、出力を基準電圧と比較し、該比較回路の出力で、いずれかの励起用半導体レーザを駆動すべく切換えスイッチを制御するようにしたことを特徴とする光ファイバ増幅器用励起光源バックアップ方法。

【請求項4】 信号光を伝搬する希土類元素添加光ファイバを並列に配置し、両光ファイバの前後に光Y分岐回路からなる励起光を結合・分離する結合・分離用光方向性結合器を接続し、その2つの光Y分岐回路に、励起光を入射して希土類元素添加光ファイバに伝搬する励起用半導体レーザをそれぞれ接続すると共に励起用半導体レーザのいずれかを切換えスイッチを介して駆動する駆動回路を設け、上記光Y分岐回路に励起光の後方光を検出するモニター用受光回路をそれぞれ接続し、上記モニター用受光回路の出力を比較回路に入力し、出力を基準電圧と比較し、該比較回路の出力で、いずれかの励起用半導体

レーザを駆動すべく切換えスイッチを制御するようにしたことを特徴とする光ファイバ増幅器用励起光源バックアップ方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、Er、Ndなどの希土類元素を添加した光ファイバへの励起光の光源を非常時に備えてバックアップする方法に係り、特に励起光を前方側か後方側のどちらからでも切換えて励起することができる光ファイバ増幅器用励起光源バックアップ方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】近年、光ファイバのコア内にEr（エルビウム）、Nd（ネオジム）、Pr（プラセオジム）などの希土類元素を添加し、その光ファイバに、添加した希土類元素に固有の吸収特性をもつ励起光を励起することによって、信号光を増幅する光ファイバ増幅器の研究開発が活発化してきた。

【0003】図5は、従来の光ファイバ増幅器の構成例を示したものである。

【0004】これは、波長1.5μm帯の信号光を欠印50、51に示すようにErを添加した光ファイバ53のコア内を伝搬させると共に、その途中から光方向性結合器54を介して波長1.47μm（あるいは0.98μm）の励起用半導体レーザ55を駆動回路56で駆動して、その励起光も光ファイバ53に伝搬させることにより、反転分布状態を実現し、それにより上記信号光を数百倍から1万倍程度に増幅する作用をもったものである。出力側の光フィルタは増幅された信号光の中に含まれる励起用半導体レーザの光を除去するための機能をもったものである。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の光ファイバ増幅器には次のような解決しなければならない課題が残されている。

【0006】(1) 現状の励起用半導体レーザの寿命は非常に短い。そのため長期的に所望の利得をもった光ファイバ増幅器として使えない。

【0007】(2) 光ファイバ増幅器は、ブースターアンプ用、プリアンプ用、中継器用など種々の応用が考えられるが、現状の光ファイバ増幅器は上記種々の応用に対して汎用性がなく、それぞれ異なった構成法となる。そのため量産による低コスト化が難しい。

【0008】(3) 非常時に備えての最適なバックアップ方式が見出されていない。

【0009】そこで、本発明の目的は、前記した従来技術の欠点を解消し、非常時に備えての励起光源の最適なバックアップ方式を提供することと、種々の応用に対して汎用性をもたせた方式を提供することにある。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明は、信号光を伝搬する希土類元素添加光ファイバの前後に励起光を結合・分離する結合・分離用光方向性結合器を接続し、その2つの光方向性結合器の一端に、励起光を入射して希土類元素添加光ファイバに伝搬する励起用半導体レーザをそれぞれ接続すると共に励起用半導体レーザのいずれかを切換えスイッチを介して駆動する駆動回路を設け、上記光方向性結合器の他端にモニター用受光回路をそれぞれ接続し、上記モニター用受光回路の出力を比較回路に入力し、出力を基準電圧と比較し、該比較回路の出力で、いずれかの励起用半導体レーザを駆動すべく切換えスイッチを制御するようにしたものであり、モニター用受光回路としては光方向性結合器からの励起光の一部を直接受光する代りにその後方光を検出するようにしても、また光方向性結合器としてリング共振器を用いるようにしてもよい、さらに希土類元素添加光ファイバを2本並列に配置し、光Y分岐路からなる結合・分離用光方向性結合器にて励起光を2等分して励起光をそれぞれの光ファイバに伝搬するようにしてもよい。

#### 【0011】

【作用】上記構成によれば、切換えスイッチによりいずれかの励起用半導体レーザを駆動し、モニター用受光回路でモニター信号の低下を生じたときには比較回路の出力で切換えスイッチを他方に切換えて他方の駆動していない励起用半導体レーザを駆動することで的確なバックアップが行える。

#### 【0012】

【実施例】以下、本発明の実施例を添付図面に基づいて詳述する。

【0013】図1は第1発明を示すものである。

【0014】図1においては、希土類元素としてErを添加した光ファイバ1が用いられ、この光ファイバ1の両端に希土類元素を添加しない光ファイバ14a、14bが接続され、これら光ファイバ14a、14b内に信号光（波長1.5μm帯）が矢印A1からA2のごとく伝送されている。

【0015】光ファイバ14a、14bの途中にはEr添加光ファイバ1内に励起光（波長1.48μm帯、あるいは0.98μm帯、さらには0.8μm帯のいずれかの波長）を結合して伝搬させ、かつ分離して取り除くための励起光結合・分離用光方向性結合器8a、8bが設けられている。これらの光方向性結合器14a、14bは、信号光はそのまま通過させ、励起光を選択的に分波する波長特性をもった分波器として構成されている。従って、励起光用半導体レーザ3a、3b（波長1.48μm帯、0.98μm帯、0.8μm帯のいずれかの光源）からの励起光は光方向性結合器8aを介してEr添加光ファイバ1内に送り込まれ、出力側にもれた励起光は光方向性結合器8bにより分離させることができ

る。

【0016】比較回路6a（あるいは6b）は、基準電圧11とモニター用受光回路5a（あるいは5b）の出力電圧と比較し、その大小関係によってデジタル出力『1』あるいは『0』信号を出力する回路である。また比較回路6cは、比較回路6a、6bの出力を比較し、出力にデジタル信号を出し、切り替えスイッチ7をA側あるいはB側に切換え動作を行なわせる。

【0017】駆動回路4は励起用半導体レーザ3a、3bを駆動するための回路である。例えば、切換えスイッチ7を先ずA側に設定し、励起用半導体3aを駆動回路4によって駆動する。励起用半導体レーザ3aが正常に動作している間はモニター用受光回路5aには励起光の一部が入力され、その出力端に信号が出力され、比較回路6a出力は『1』の状態が保たれる。他方、比較回路6bの方はモニター用受光回路5bの入力には信号が入ってこないで『0』の状態にある。そして比較回路6cの出力には切換えスイッチ7をA側に保持するデジタル信号が出力され続ける。ここで励起用半導体レーザ3aが寿命劣化、予期せぬトラブル発生、などによって発光出力が低減あるいは無状態になった場合にはモニター用受光回路5aの出力が基準電圧11に比して小さくなり、比較回路6aの出力は『0』状態になる。その結果、比較回路6cの出力も『0』状態になり、切換えスイッチ7はA側からB側に切換えられる。そして励起用半導体レーザ3bが駆動回路4によって駆動されるようになり、励起用半導体レーザ3aのバックアップが行われる。

【0018】図2は第2発明を示したものである。

【0019】本例は、第1実施例におけるモニター用受光回路5a及び5bを励起用半導体レーザ3a及び3bの後方光検出用として配置換えした構成である。

【0020】この構成によれば、励起用半導体レーザ3a及び3bの出力状態が直接的にモニターすることができ、より正確に励起用半導体レーザの切換えを行うことができる。また励起用半導体レーザ3a、3bと受光回路5a、5bは一体化して実装することが容易であるので、コンパクトな構成にすることができる。

【0021】図3は第3発明を示したものである。

【0022】本例は、第1発明における励起光結合・分離用光方向性結合器の代りに光リング共振器10a、10bを用いた構成である。

【0023】図4は第4発明を示したものである。

【0024】第1実施例の構成を上下2つ並列に配置し、2本の希土類元素を添加した光ファイバ1A、1B内を矢印A1～A2、B2～B1のように信号を伝送したり、あるいはこの逆方向、あるいは同方向に信号を伝送させるようにしたシステムである。これにより2地点間を2本の光ファイバ1A、1Bを用い双方向に伝送することができ、より大容量、広帯域な信号伝送が可能と

なる。

【0025】この構成において、励起光結合・分離用光方向性結合器9a、9bは光Y分岐回路12a、12bで結合し、一つの励起用半導体レーザ3a、3bで両方の光ファイバ1A、1B内に励起するようにしてある。この実施例では信号光A1～2、B2～1の伝搬方向はお互いに逆方向になっているが、これは同方向でもよい。

【0026】本発明は、上記実施例に限定されるものではなく、例えば希土類元素添加光ファイバとしてはEr以外に、Nd、Pr、Sm、Tm、Yb、Ce、Hoなどを少なくとも1種含んだものを用いることができる。また上記光ファイバ内にはAl、Ge、Crなどの利得特性を左右する添加物が少なくとも1種含まれてもよいことは言うまでもないことである。励起光結合・分離用光方向性結合器、光リング共振器、光Y分岐回路等は光ファイバ型で構成する以外に、光導波路型、個別部品の組合せ型（例えば、レンズ、干渉膜光フィルタ、ハーフミラーなどの個別部品の組合せ型）などで構成してもよい。信号光の波長帯は、用いる希土類元素添加光ファイバの種類によって選ばれる。例えばNdとかPrを添加した光ファイバを用いた場合には1.3μm帯を用いる。

【0027】図1～4において、希土類元素を添加した光ファイバの前後の光ファイバ14a、14bは励起光結合・分離用光方向性結合器、光リング共振器などを導波路型で構成した場合には導波路で代用してもよい。

【0028】

【発明の効果】以上要するに本発明によれば、本発明は次のような効果がある。

【0029】(1) 非常時に備えて励起光源の最適なバックアップ方式を提供することができる。

【0030】(2) ブースターアンプ用、プリアンプ用、中継器用など、種々の応用に対して汎用的な方式であり、量産すれば大幅な低コスト化を期待できる。

【0031】(3) 非常時に備えて正確に、かつ応答性良く励起光源のバックアップを行うことができる。

【0032】(4) 2本の希土類元素添加光ファイバを用いてより経済的な双方向あるいは同方向伝送を行うことができ、高速、広帯域な信号伝送が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例を示す図である。

【図2】本発明の第2実施例を示す図である。

【図3】本発明の第3実施例を示す図である。

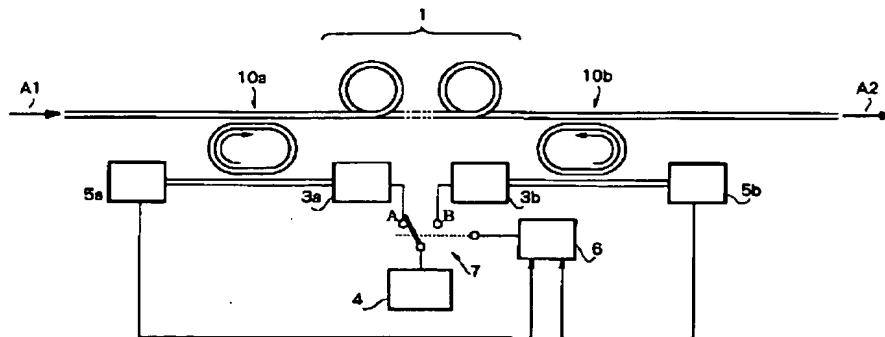
【図4】本発明の第4実施例を示す図である。

【図5】従来例を示す図である。

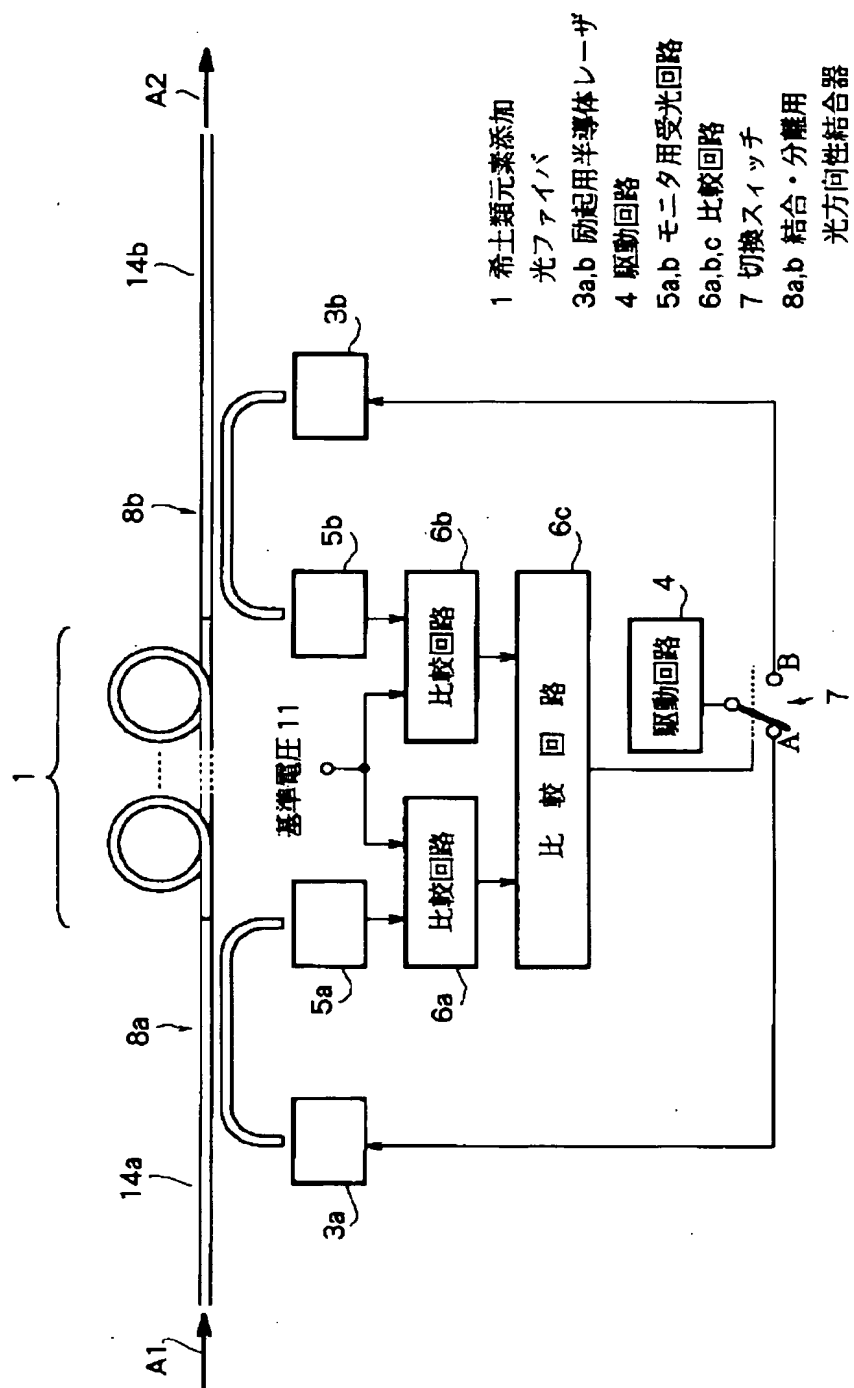
【符号の説明】

- 1 希土類元素添加光ファイバ
- 3a、3b 励起用半導体レーザ
- 4 駆動回路
- 5a、5b モニタ用受光回路
- 6 比較回路
- 7 切換えスイッチ
- 8a、8b 結合・分離用光方向性結合器

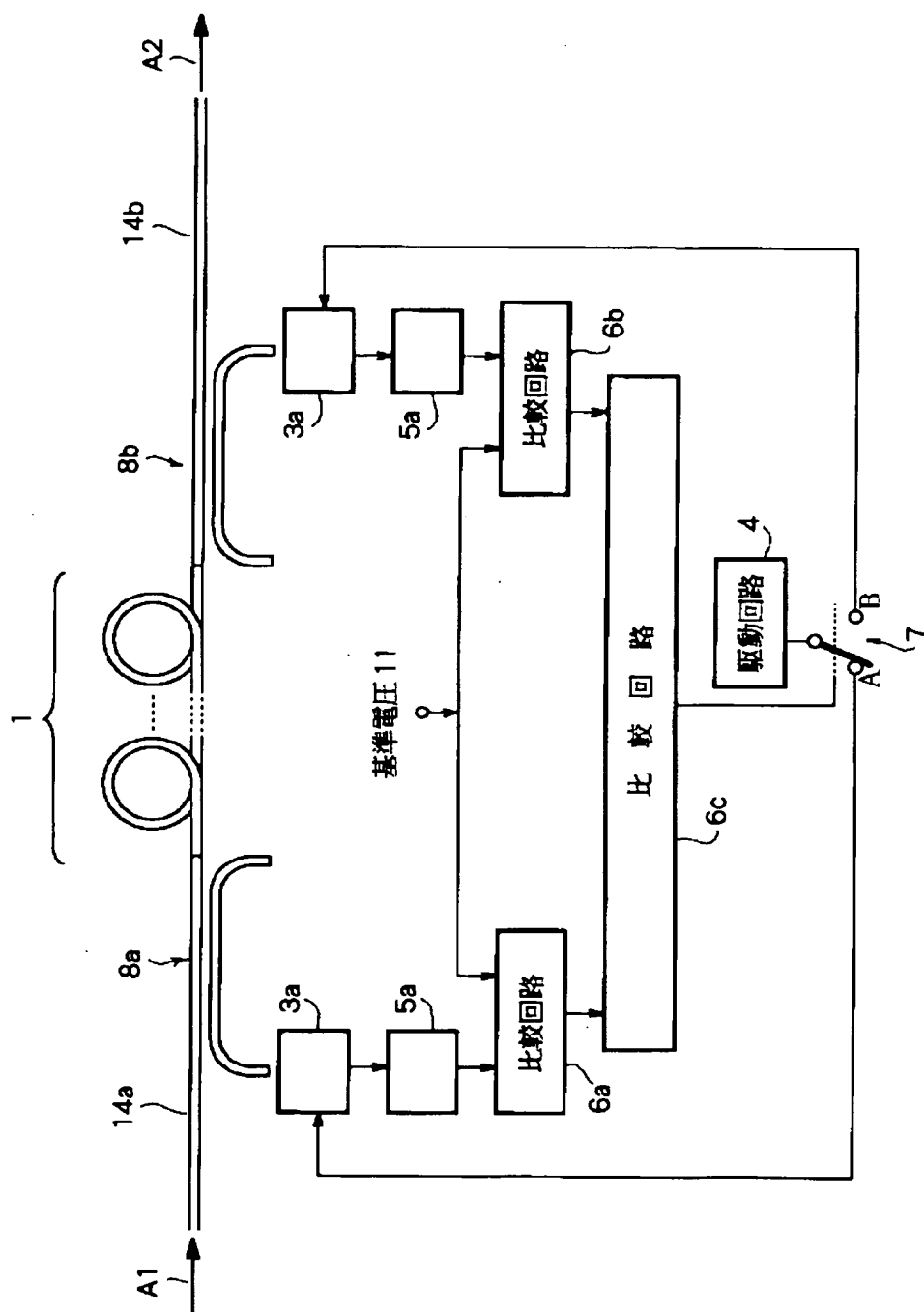
【図3】



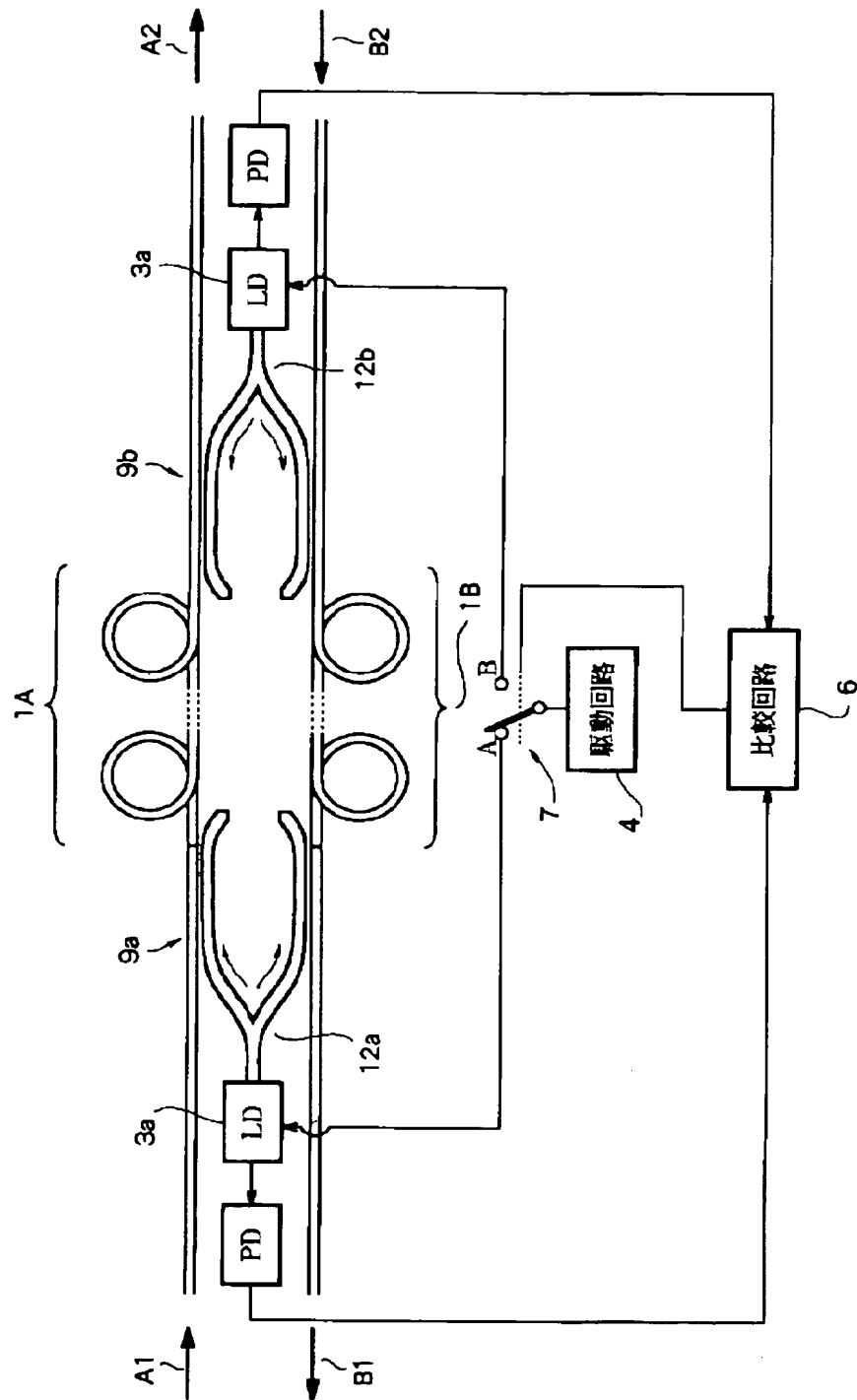
【図1】



【図2】

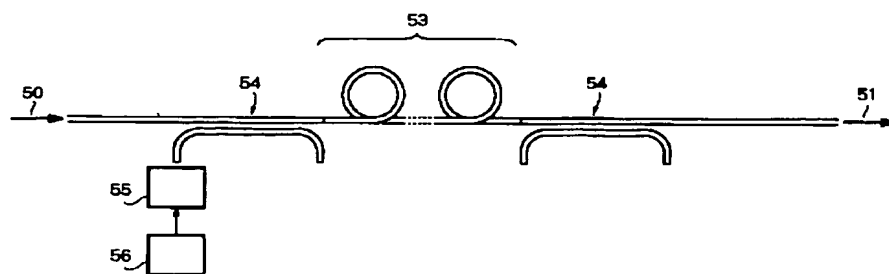


【図4】





【図 5】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>

H 0 4 B 10/02  
10/16

識別記号

片内整理番号

F I

技術表示箇所

8426-5K

11 0 4 B 9/00

J